



8-27-04

JFW

Express Mail No. **EV 346 811 578US**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of: Christophe MALEVILLE et al.

Confirmation No. 9223

Application No.: 10/754,930

Group Art Unit: 2825

Filing Date: January 8, 2004

Examiner: Renzo N. Rocchegiani

For: METHOD FOR PREPARING A  
SEMICONDUCTOR WAFER SURFACE

Atty. Docket No.: 4717-8400

**SUBMISSION OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicants have claimed priority of French application no. 0109495 filed July 16, 2001, under 35 U.S.C. § 119. In support of this claim, a certified copy of said application is submitted herewith.

No fee or certification is believed to be due for this submission. Should any fees be required, however, please charge such fees to Winston & Strawn LLP Deposit Account No. 50-1814.

Respectfully submitted,

Allan A. Fanucci (Reg. No. 30,256)

**WINSTON & STRAWN LLP**  
**CUSTOMER NO. 28765**  
(212) 294-3311

Date: 8/25/04

Enclosures

NY:859079.1



# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 08 JUIN 2004

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

CERTIFIED COPY  
OF THE ORIGINAL DOCUMENT

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

**cerfa**  
N° 11354\*01

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 192600

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>16 JUIL 2001</b> LIEU <b>75 INPI PARIS B</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0109495</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE <b>16 JUIL. 2001</b> PAR L'INPI <b>Vos références pour ce dossier</b> <i>(facultatif)</i> <b>239354 D19710 JC</b>		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> <b>À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b>  <b>Cabinet REGIMBEAU</b> <b>20, rue de Chazelles</b> <b>75847 PARIS CEDEX 17</b> <b>FRANCE</b>	
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie		<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b> Demande de brevet <input checked="" type="checkbox"/> Demande de certificat d'utilité <input type="checkbox"/> Demande divisionnaire <input type="checkbox"/> <i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date _____ <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> N° _____ Date _____ Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> <input type="checkbox"/> N° _____ Date _____	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b> <b>PROCEDE D'AMELIORATION D'ETAT DE SURFACE</b>			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b> <b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b> <b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b> <b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> <b>S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»</b>	
<b>5 DEMANDEUR</b> Nom ou dénomination sociale _____ Prénoms _____ Forme juridique _____ N° SIREN _____ Code APE-NAF _____ Adresse _____ Rue _____ Code postal et ville _____ Pays _____ Nationalité _____ N° de téléphone <i>(facultatif)</i> _____ N° de télécopie <i>(facultatif)</i> _____ Adresse électronique <i>(facultatif)</i> _____		<input type="checkbox"/> <b>S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»</b> <b>S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES</b>  <b>SOCIETE ANONYME</b> <b>884711909</b> _____ <b>Parc Technologique des Fontaines - Chemin des Franques, 38190 BERNIN</b>  <b>FRANCE</b> <b>Française</b>	

La présente invention concerne de manière générale le traitement de surface des matériaux, et particulièrement le traitement de substrats destinés à la fabrication de composants pour des applications en micro-électronique et/ou en opto-électronique.

5 Plus précisément, l'invention concerne un procédé d'amélioration de l'état de la surface libre d'une tranche de matériau semiconducteur, ledit procédé comprenant une étape de recuit thermique rapide afin de lisser ladite surface libre.

Par « surface libre », on entend la surface d'une tranche qui est  
10 exposée à l'environnement extérieur (par opposition à une surface d'interface qui est au contact de la surface d'une autre tranche ou d'un autre élément).

Par « recuit thermique rapide » on entend un recuit rapide sous atmosphère contrôlée, selon un mode communément nommé RTA  
15 (correspondant à l'acronyme de l'expression anglo-saxonne Rapid Thermal Annealing).

Dans la suite de ce texte, on désignera ainsi indifféremment ce mode de recuit par l'acronyme RTA, ou par l'appellation francophone de "recuit thermique rapide".

20 Pour réaliser un recuit RTA d'une tranche de matériau, on recuit la tranche à une température élevée, pouvant être de l'ordre de 1100°C à 1300°C, pendant 1 à 60 secondes.

Le recuit RTA est effectué sous atmosphère contrôlée. Dans l'application préférée de l'invention, cette atmosphère peut être par  
25 exemple une atmosphère comprenant un mélange d'hydrogène et d'argon, ou une atmosphère d'argon pur.

Et dans cette application préférée de l'invention, on met en œuvre ladite invention de manière particulièrement avantageuse en combinaison avec un procédé de fabrication de films minces ou de couches de matériau  
30 semiconducteur du type décrit dans le brevet FR 2 681 472.

SMARTCUT® ou non, l'objectif étant dans tous les cas d'améliorer l'état de la surface libre de la tranche.

Pour les applications mentionnées au début de ce texte, les spécifications de rugosité associées à la surface libre des tranches sont en effet très sévères, et la rugosité de la surface libre des tranches est un paramètre qui conditionne dans une certaine mesure la qualité des composants qui seront réalisés sur la tranche.

Il est ainsi courant de trouver des spécifications de rugosité ne devant pas dépasser 5 Angströms en valeur rms (correspondant à l'acronyme anglo-saxon « root mean square »).

On précise que les mesures de rugosité sont généralement effectuées grâce à un microscope à force atomique (AFM selon l'acronyme qui correspond à l'appellation anglo-saxonne de Atomic Force Microscope).

Avec ce type d'appareil, la rugosité est mesurée sur des surfaces balayées par la pointe du microscope AFM, allant de  $1 \times 1 \mu\text{m}^2$  à  $10 \times 10 \mu\text{m}^2$  et plus rarement  $50 \times 50 \mu\text{m}^2$ , voire  $100 \times 100 \mu\text{m}^2$ .

La rugosité peut être caractérisée, en particulier, selon deux modalités.

Selon l'une de ces modalités, la rugosité est dite à hautes fréquences et correspond à des surfaces balayées de l'ordre de  $1 \times 1 \mu\text{m}^2$ .

Selon l'autre de ces modalités, la rugosité est dite à basses fréquences et correspond à des surfaces balayées de l'ordre de  $10 \times 10 \mu\text{m}^2$ , ou plus. La spécification de 5 Angströms donnée ci-dessus à titre indicatif est ainsi une rugosité correspondant à une surface balayée de  $10 \times 10 \mu\text{m}^2$ .

Et les tranches qui sont produites par les procédés connus (de type SMARTCUT® ou autre) présentent des rugosités de surface dont les valeurs sont supérieures à des spécifications de l'ordre de celles mentionnées ci-dessus, en l'absence de l'application à la surface de la tranche d'un traitement spécifique tel qu'un polissage.

Cependant, si ce troisième type de procédé peut effectivement permettre d'obtenir des rugosités hautes fréquences et basses fréquences globalement satisfaisantes, la Demanderesse a observé que le fait de faire subir à la tranche un recuit RTA peut induire un inconvénient.

5        En effet, en analysant finement l'état de la surface de tranches (en particulier de tranches de silicium) ayant subi un tel traitement, la Demanderesse a déterminé que des trous de très petites dimensions se superposaient à une surface dont la rugosité générale était par ailleurs satisfaisante.

10        Une telle analyse peut être menée à partir d'une observation avec un microscope à force atomique.

Ces petits trous ont typiquement des dimensions de l'ordre de quelques nm de profondeur, et quelques dizaines de nm de diamètre.

15        Ces trous présentent des similitudes avec les trous que l'on peut parfois observer à la surface de matériaux tels que du silicium, et que l'on attribue à un phénomène dit de « piquage », connu également sous l'appellation anglo-saxonne de « pitting ».

20        On précise toutefois que si le terme de « piquage » sera employé par commodité dans ce texte pour désigner de tels trous, leur ratio profondeur/diamètre est inférieur aux ratios habituellement observés dans le cas de trous de piquage classiques.

Ainsi, la Demanderesse a déterminé que l'application d'un recuit RTA à une tranche (en particulier de silicium) favorisait l'apparition de ce phénomène de piquage.

25        Cette observation a été faite particulièrement dans le cas de tranches de SOI – acronyme de Silicon On Insulator pour silicium sur isolant (ou SOA – acronyme de Silicon On Anything pour silicium sur un matériau quelconque), issues d'un procédé de type SMARTCUT®.

30        Et dans la mesure où le recuit RTA constitue l'étape ultime de traitement d'une tranche pour améliorer son état de surface, le piquage de la surface d'une tranche sortant d'un recuit RTA est problématique, car la

- la température dudit recuit à haute température est comprise entre 800°C et 1100°C,
- ledit traitement préalable permet d'éliminer la partie perturbée de la zone superficielle,
- 5 • ledit traitement préalable est une attaque chimique,
- ledit traitement préalable est de type gravure humide ou gravure sèche,
- ledit traitement préalable est une oxydation sacrificielle,
- l'étape de recuit thermique rapide est suivie d'une oxydation sacrificielle.

10 Et l'invention propose également une structure SOI ou SOA obtenue par un procédé selon l'une des revendications précédentes.

D'autres aspects, buts et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description suivante de formes préférées de réalisation de l'invention.

15 Cette description est faite en référence à l'application préférée de l'invention, qui concerne l'amélioration de l'état de surface d'une tranche de SOI ou SOA, issue d'un procédé SMARTCUT®. Toutefois, la tranche peut être d'un type différent.

Une caractéristique commune aux différents modes de réalisation de l'invention est qu'on prépare la surface de la tranche, préalablement à une  
20 étape de recuit RTA de la tranche qui est destinée à réduire la rugosité de surface de la tranche.

Le recuit RTA peut être effectué en particulier sous une atmosphère de mélange hydrogène/argon, ou d'argon pur.

25 Dans le cas où la tranche a été créée par le clivage du procédé SMARTCUT®, la surface de la tranche est la surface de clivage, (surface « as splitted » selon l'expression anglo-saxonne) – cette surface présente des irrégularités, que l'on désire réduire par un recuit RTA.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, on réalise cette  
30 préparation de la surface de la tranche en effectuant un recuit haute température sous atmosphère neutre, préalablement au recuit RTA.

Cette attaque chimique peut être de type gravure humide ou gravure sèche. Dans ce cas, l'effet du traitement préalable est de supprimer la zone superficielle de la tranche qui comporte les cavités mentionnées ci-dessus et qui sont à l'origine du phénomène de piquage sous recuit RTA.

5 Dans tous les modes de réalisation de l'invention en effet, le but du traitement préalable au recuit RTA est de traiter la zone superficielle dont la structure est perturbée par la présence des cavités.

Ce traitement de la zone peut consister à réduire ou éliminer les cavités de la zone (c'est le cas dans le premier mode de réalisation), ou à  
10 attaquer directement cette zone pour la réduire/éliminer elle-même (deuxième mode de réalisation, et comme on va le voir troisième mode également).

Selon un troisième mode de réalisation de l'invention en effet, on fait subir à la tranche, préalablement au recuit RTA, une oxydation sacrificielle.

15 Dans ce troisième mode de réalisation, l'effet du traitement préalable est ici encore de réduire ou éliminer non pas seulement les cavités de la zone perturbée superficielle de la tranche qui comporte les cavités, mais de réduire ou éliminer cette zone superficielle perturbée elle-même.

Ainsi, en faisant subir à la tranche une oxydation sacrificielle avant le  
20 recuit RTA, on favorise la réduction/élimination de la zone perturbée (on précise qu'il est également possible que cette oxydation sacrificielle permette en outre de réduire ou éliminer les cavités de cette zone).

Dans une variante préférée de ce troisième mode de réalisation, l'étape d'oxydation sacrificielle se décompose en une étape d'oxydation et  
25 une étape de désoxydation, un traitement thermique étant intercalé entre l'étape d'oxydation et l'étape de désoxydation.

L'étape d'oxydation est préférentiellement réalisée à une température comprise entre 700°C et 1100°C.

L'étape d'oxydation peut être réalisée par voie sèche ou par voie  
30 humide.



est celle de prévenir le piquage dû à une étape ultérieure de recuit RTA, n'a quant à elle pas été abordée.

On rappelle d'ailleurs à cet égard que le « piquage » qui peut être provoqué par une oxydation sacrificielle est un « vrai » piquage (dans lequel les trous sont plus profonds que larges), alors que les trous dont on veut ici prévenir l'apparition suite à un recuit RTA sont généralement plus larges que profonds.

Selon une variante avantageuse, l'étape d'oxydation débute avec le début de la montée en température du traitement thermique et se termine avant la fin de ce dernier.

Le traitement thermique permet de guérir, au moins en partie, les défauts générés au cours des étapes précédentes du procédé de fabrication et de traitement de la tranche.

Plus particulièrement, le traitement thermique peut être effectué pendant une durée et à une température telles que l'on réalise par celui-ci une guérison des défauts cristallins, tels que des fautes d'empilement, des défauts "HF", etc., engendrés dans la couche superficielle de la tranche, au cours de l'étape d'oxydation.

On appelle défaut "HF", un défaut dont la présence est révélée par une auréole de décoration dans une couche telle qu'une couche d'oxyde enterré dans l'épaisseur de la tranche, après traitement de la tranche dans un bain d'acide fluorhydrique.

L'étape de désoxydation est préférentiellement réalisée en solution.

Cette solution est par exemple une solution d'acide fluorhydrique à 10 ou 20%. Quelques minutes suffisent pour enlever mille à quelques milliers d'angströms d'oxyde, en plongeant la tranche dans une telle solution.

On précise que dans les différents modes de réalisation de l'invention, on pourra faire suivre l'étape de recuit RTA d'une oxydation sacrificielle telle que décrite ci-dessus (dans ces cas, si l'on met en œuvre le troisième mode de réalisation de l'invention, on procèdera ainsi à deux oxydations sacrificielles).

### REVENDECATIONS

1. Procédé d'amélioration de l'état de la surface libre d'une tranche de  
5 matériau semiconducteur, ledit procédé comprenant une étape de recuit  
thermique rapide afin de lisser ladite surface libre, caractérisé en ce que  
le procédé comporte avant le recuit thermique rapide un traitement  
préalable d'une zone superficielle de la tranche en vue de prévenir  
l'apparition du piquage lors du recuit thermique rapide.  
10
2. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ledit  
traitement préalable est un recuit haute température destiné à  
reconstruire la zone superficielle.
- 15 3. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ledit  
recuit haute température est effectué sous atmosphère neutre.
4. Procédé selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé  
en ce que la température dudit recuit à haute température est comprise  
20 entre 600°C et 1300°C.
5. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la  
température dudit recuit à haute température est comprise entre 800°C  
et 1100°C.  
25
6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit traitement  
préalable permet d'éliminer la partie perturbée de la zone superficielle.
7. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ledit  
30 traitement préalable est une attaque chimique.

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235\*02

**DÉPARTEMENT DES BREVETS**

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° ... / ...

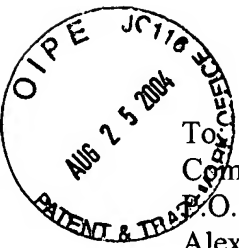
(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 W / 300301

<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif)			
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		239354 D19710 JC	
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum)		0109495	
PROCÉDE D'AMÉLIORATION D'ÉTAT DE SURFACE			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b>			
S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES : Parc Technologique des Fontaines - Chemin des Franques, 38190 BERNIN - FRANCE			
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b> (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
<b>Nom</b>			
<b>Prénoms</b>		MALEVILLE Christophe	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	90 Rue du Château	
	<b>Code postal et ville</b>	38660 LA TERRASSE - FR	
<b>Société d'appartenance</b> (facultatif)			
<b>Nom</b>			
<b>Prénoms</b>		NEYRET Eric	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	2, rue Lesdiguières	
	<b>Code postal et ville</b>	38360 SASSENAGE - FR	
<b>Société d'appartenance</b> (facultatif)			
<b>Nom</b>			
<b>Prénoms</b>			
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>		
	<b>Code postal et ville</b>		
<b>Société d'appartenance</b> (facultatif)			
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)			



EXPRESS MAIL LIST

To  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

The following items listed below are being filed herewith with the USPTO on August 25, 2004.

Express Mail No. <b>EV 346 811 578 US</b>			
Attorney Docket No.	Appln. Serial No./ Patent No.	Items - Documents filed on <u>August 25, 2004</u>	Patent Fees- Acct. #50- 1814
4717-8400	<b>10/754,930</b>	Submission of Certified Copy of Priority Document Appln. No. FR 0109495	<b>0</b>

***Please acknowledge receipt of these items as received by returning  
the enclosed postcards with the date of receipt of August 25, 2004.***

NY:884081.14